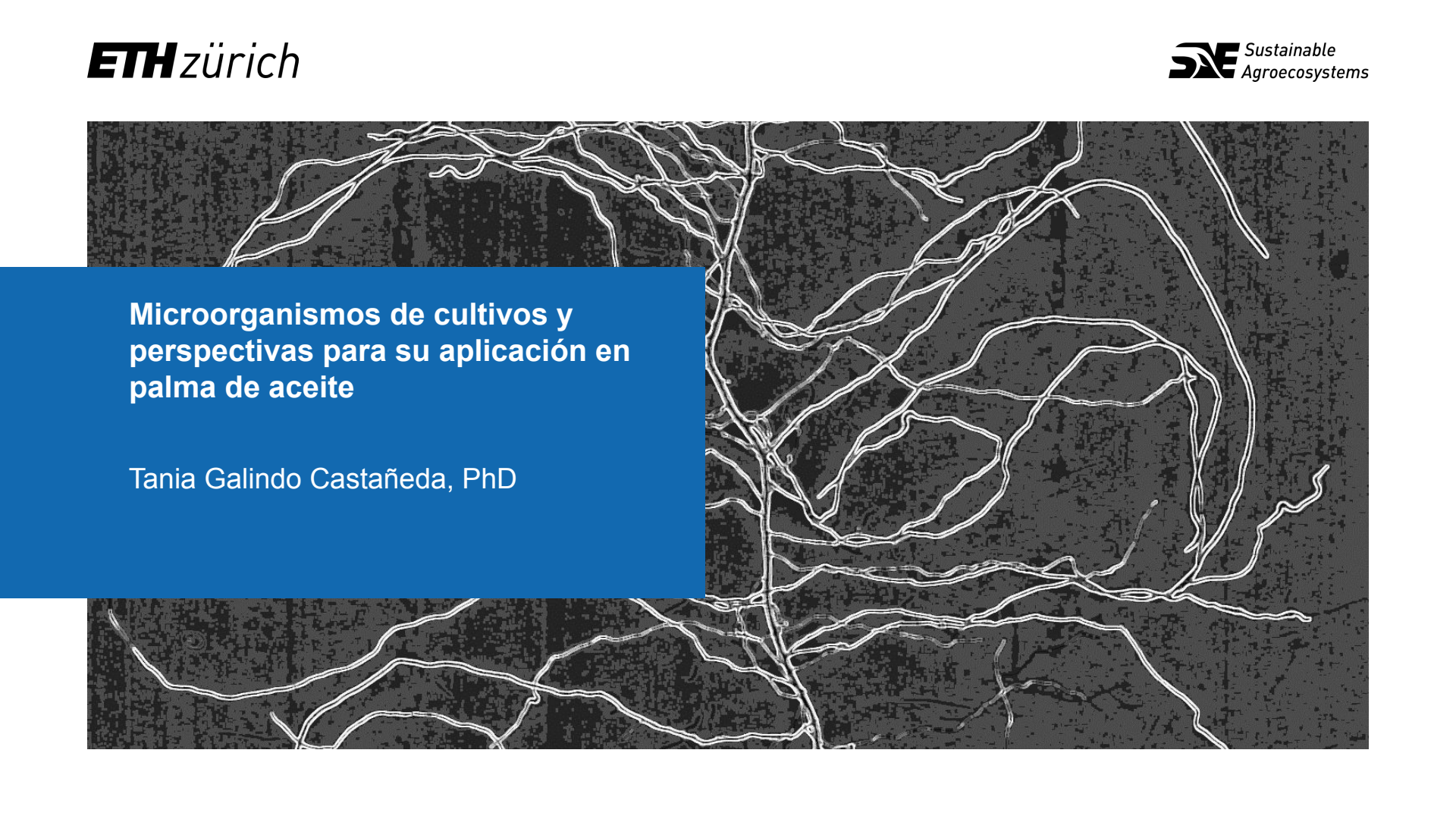


A black and white microscopic image showing a dense network of plant roots, likely from an oil palm, against a dark background. The roots are thin, white, and highly branched, creating a complex web-like pattern.

Microorganismos de cultivos y perspectivas para su aplicación en palma de aceite

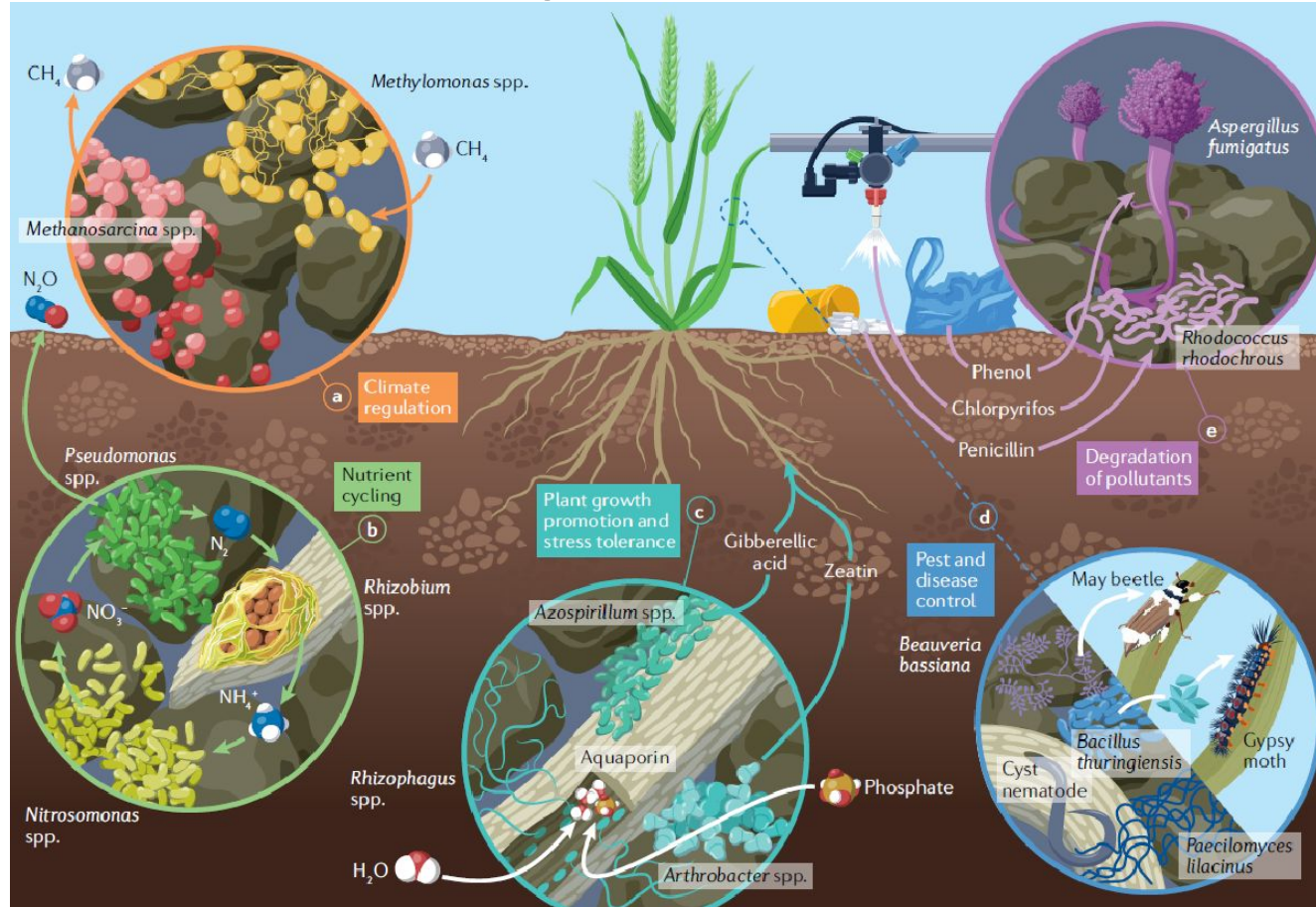
Tania Galindo Castañeda, PhD

Contenido

1. Funciones de los microorganismos en el sistema suelo-planta y mercado de bioinsumos
2. Tendencias y metodologías en el estudio de microorganismos de cultivos
3. Interacciones de microorganismos con raíces
4. Perspectivas de uso de microorganismos en palma de aceite

1. Funciones de los microorganismos en el sistema suelo-planta y mercado de bioinsumos

1. Funciones de los microorganismos en el sistema suelo-planta



Hartmann & Six, 2023.
Nat. Earth. Env.

Root-associated microorganisms

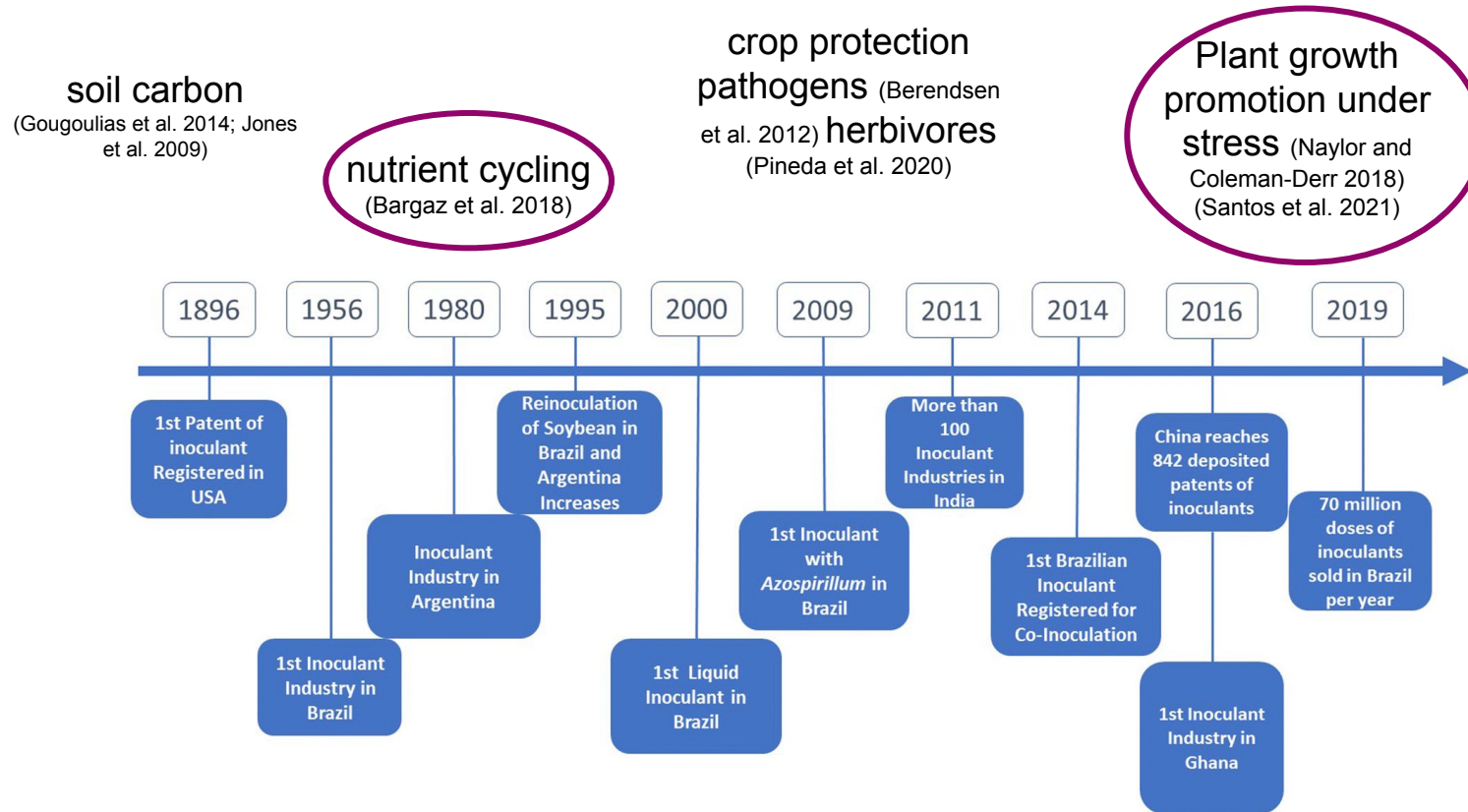


Image from
Santos *et al.* 2019

Mercado de bioinsumos

- “The biofertilizer market was valued at USD **1.57B** in 2018 and is expected to increase at a compounded annual growth rate of **12.1% between 2022 and 2027** (Modor Intelligence, 2022)”
- Mercado altamente fragmentado - informalidad
- Se espera consolidación a medida que se establecen regulaciones en regiones y países
- R&D es muy importante para establecer el mercado
- Persisten la CAJAS NEGRAS (black box) para nuestro entendimiento del Sistema Suelo-microorganism-planta
- Resultados en invernadero no siempre se transfieren a campo
- Principal eje de nuevos desarrollos: FIJACIÓN BIOLÓGICA DE NITRÓGENO

O'Callaghan M, Ballard RA, 2022. Soil Use Man.

2. Tendencias y metodologías en el estudio de microorganismos de cultivos

Microbiología de cultivos

**Suelo – pH, textura,
nutrientes, MO, temperatura**

Manejo agronómico
Labranza, enmiendas,
aplicación de productos
biológicos y químicos

Planta
Edad, órgano,
compartimento, estado
fisiológico, estado sanitario

**Maíz, arroz, trigo, caña de
azúcar, soya, pastos, viñedos,
frutales, cebada**
Palma de aceite

Raíces y gradientes
verticales en el suelo
Adaptaciones de plantas a
estrés edáfico

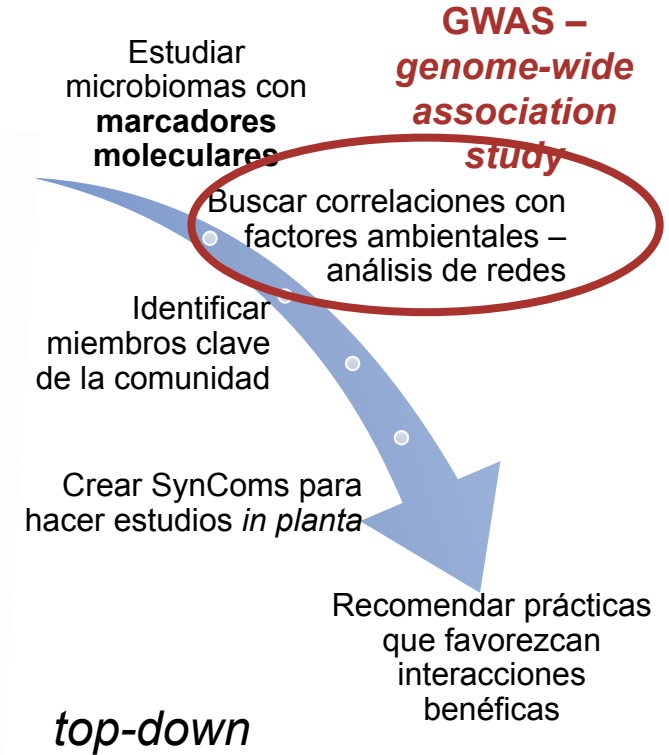
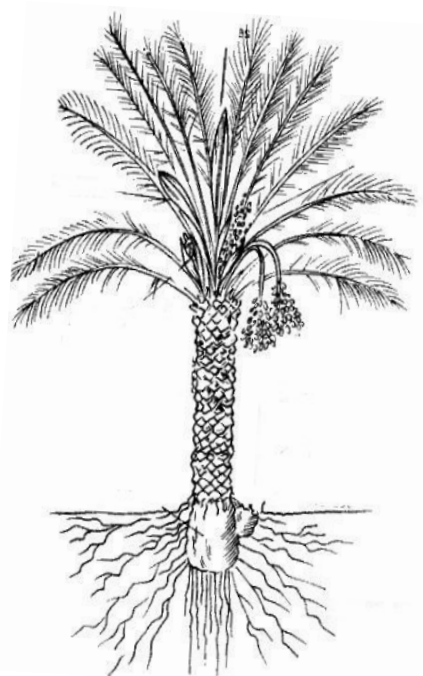
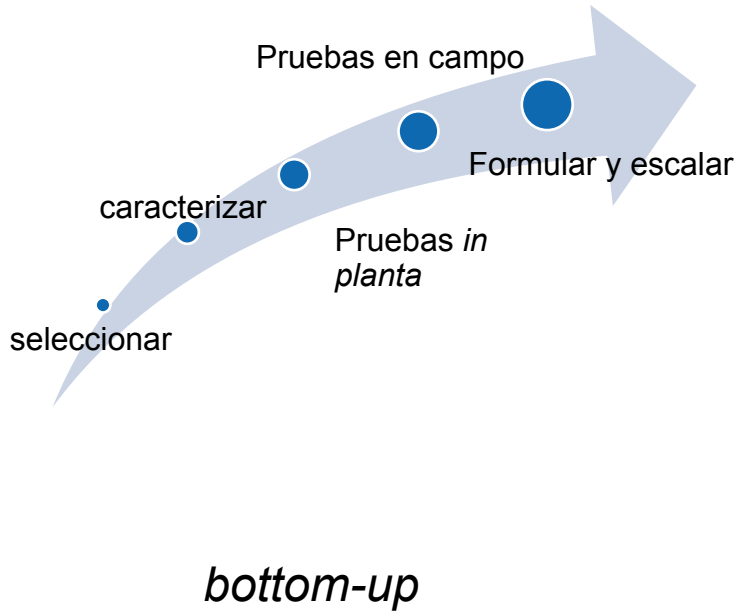
Domesticación - genética
Grado de domesticación,
cultivar, variedad,
modificación genética

**Relaciones ecológicas con
herbívoros, patógenos,
comensales, otras plantas,
otros organismos del
suelo**

Hacia dónde va toda esta investigación?

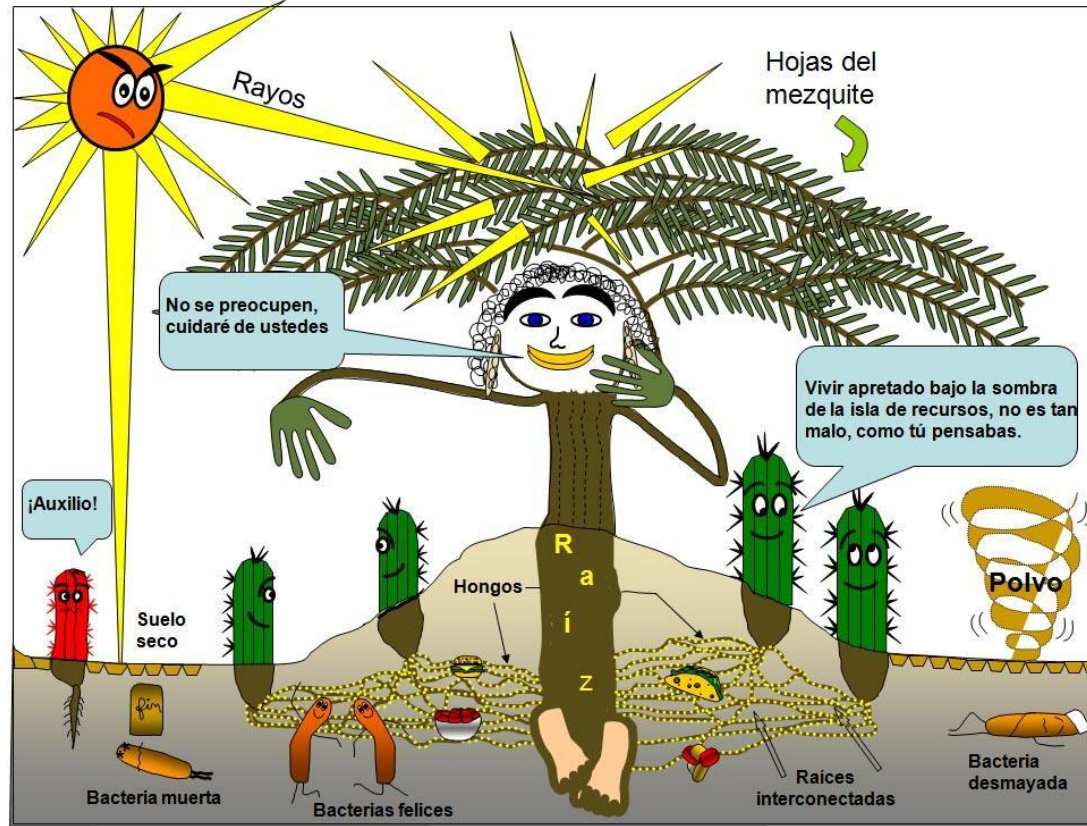
- Desarrollo de tecnologías basadas en microorganismos del suelo para mejorar:
 1. Estado fitosanitario
 2. Eficiencia en la fertilización
 3. Tolerancia a sequía, alta salinidad, niveles tóxicos de algunos iones en el suelo
 4. Uso de interacciones ecológicas con biocontroladores de plagas y pestes
 5. Mitigar efectos de cambio climático
 6. Aumentar sostenibilidad de cultivos
 7. Disminuir gases de efecto invernadero

Mecanismos *bottom-up* y *top-down* para manejar el microbioma en cultivos



3. Interacciones de microorganismos con raíces

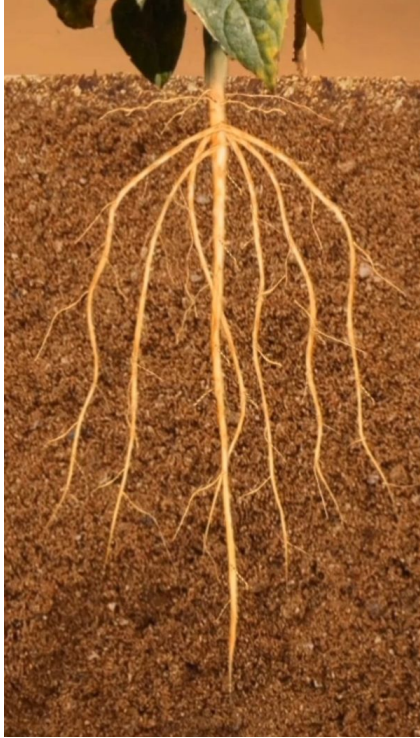
Interacciones de microorganismos con fenotipos radicales



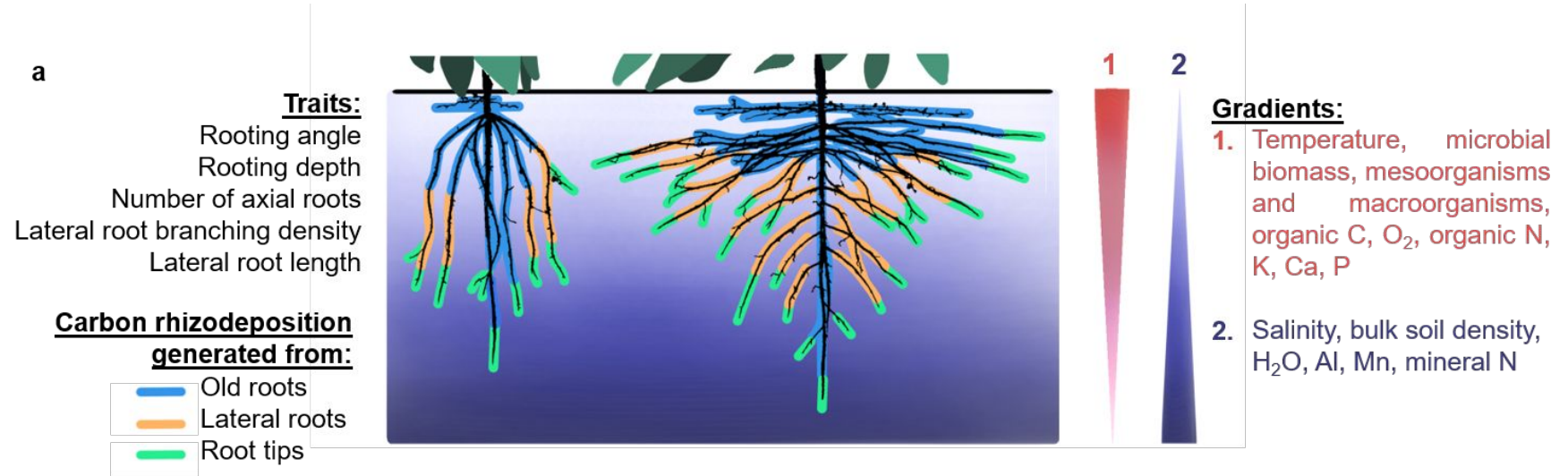
Interacciones de microorganismos con fenotipos radicales

- Existen procesos de retroalimentación entre los microorganismos de la rizósfera y la formación de tejidos al interior de la raíz (Salas-González et al., 2021. Science)
- Uso de *Azospirillum brasilense* cepas Ab-V5 Ab y V6 en maíz permite un **ahorro de un 25% de la fertilización nitrogenada**. Mecanismos de acción: producción de ácido indolacético (AIA) que permite un **cambio en la arquitectura de raíz sin cambiar la biomasa** (Hungria et al., 2022, Fiel.Crop.Res.)
- Los microorganismos de raíces cambian la arquitectura al interferir con procesos fisiológicos en la planta mediados por AIA, pero también con otros mecanismos mediados por etileno (Gonin et al., 2023 PNAS)
- Las plantas pueden modular las asociaciones mediante cambios en la arquitectura de sus raíces (Galindo Castañeda et al., 2022. Fron.Plant.Sci)

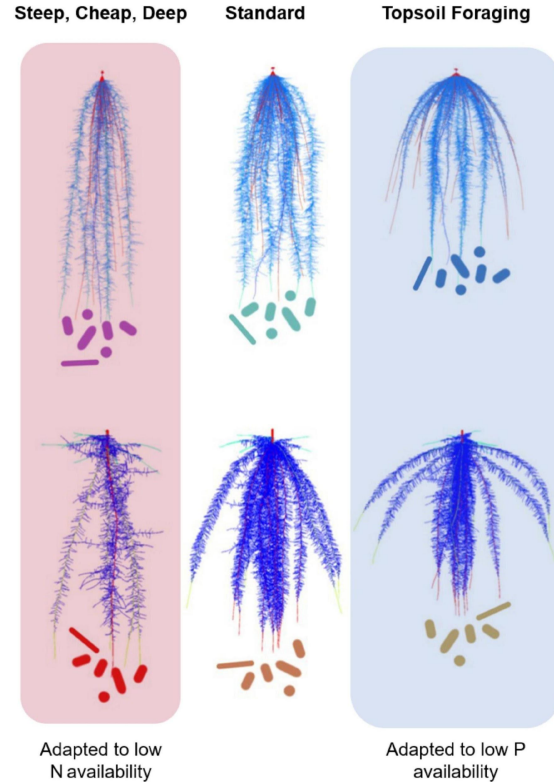
No todas las raíces dentro de una misma especie son iguales – hay variabilidad genética en la arquitectura de raíces (y en la anatomía)



Interacciones entre arquitectura de raíz y sus microorganismos asociados

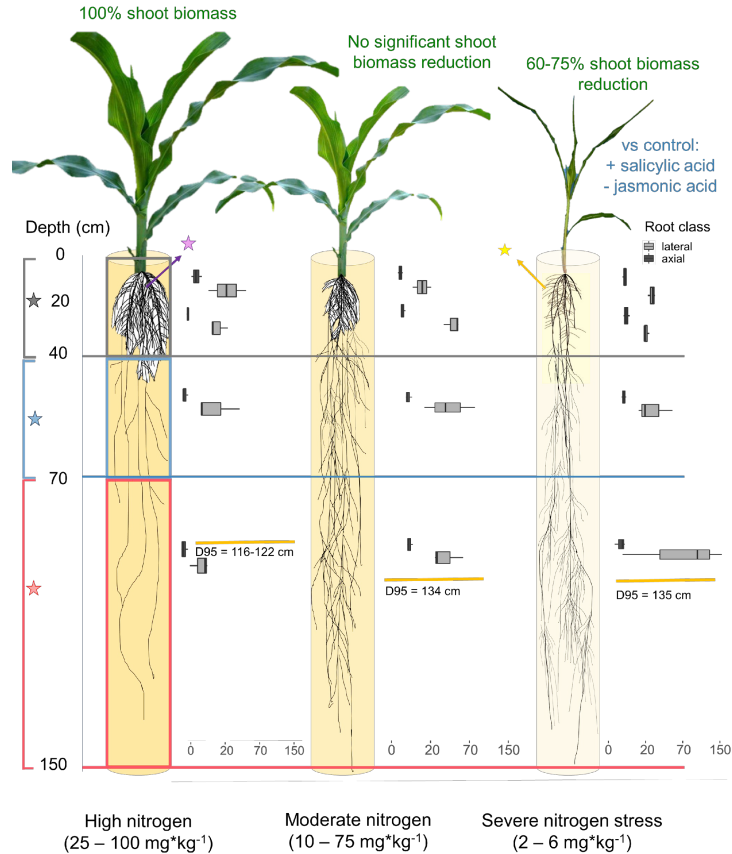


Cada sistema radical tiene un microbioma asociado que es único y adaptado para cada condición ambiental



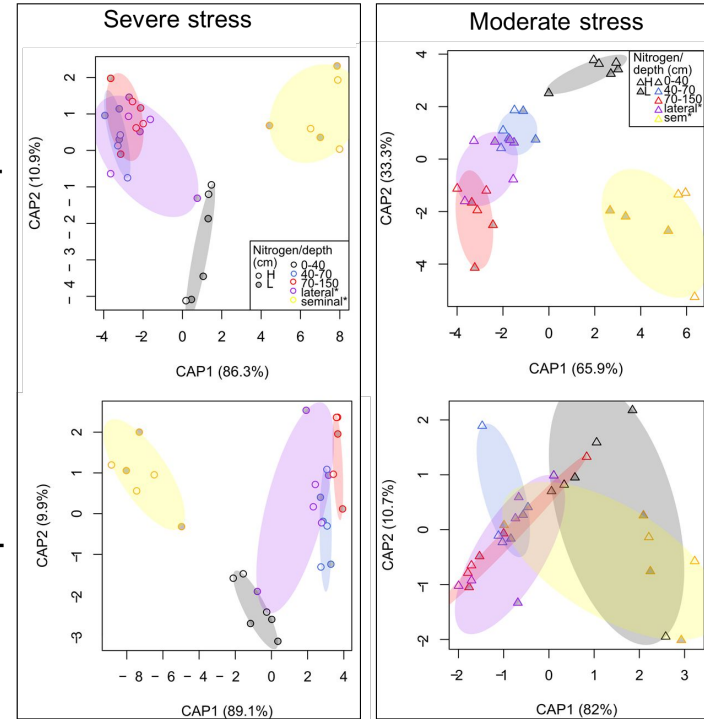
Galindo-Castañeda et al., 2022 *Front. Plant. Sci.*

La composición y abundancia de comunidades procariotas difieren a lo largo del sistema radical



Rhizosphere

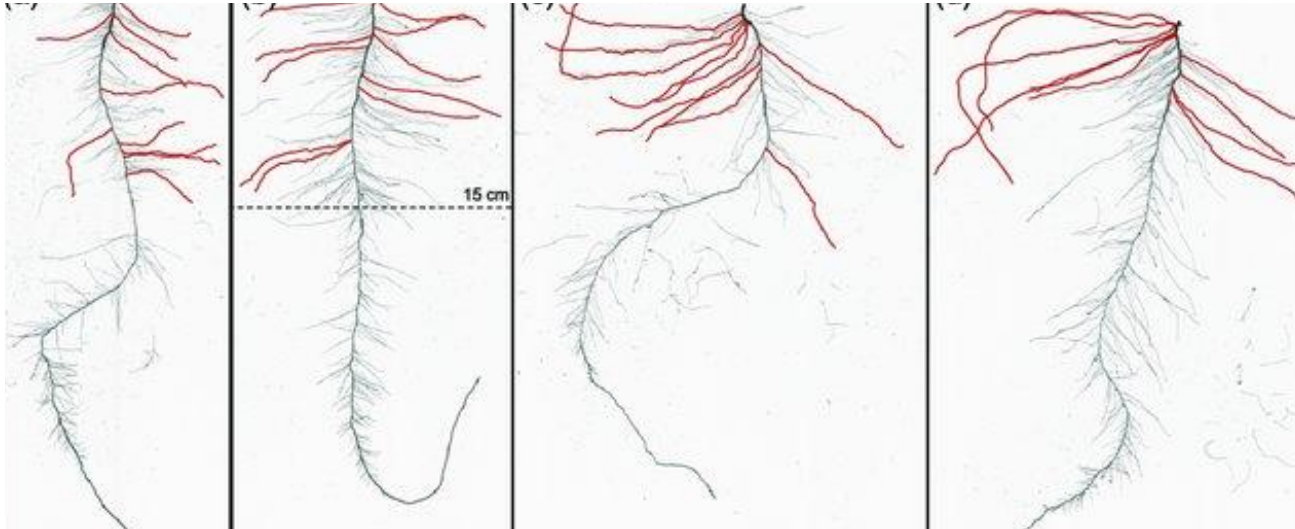
Endosphere



Canonical analysis of principal coordinates of Bray distances (β-diversity calculated per sampling point and differentiated by nitrogen level). *seminal and lateral samples were taken at 0-40 cm depth.

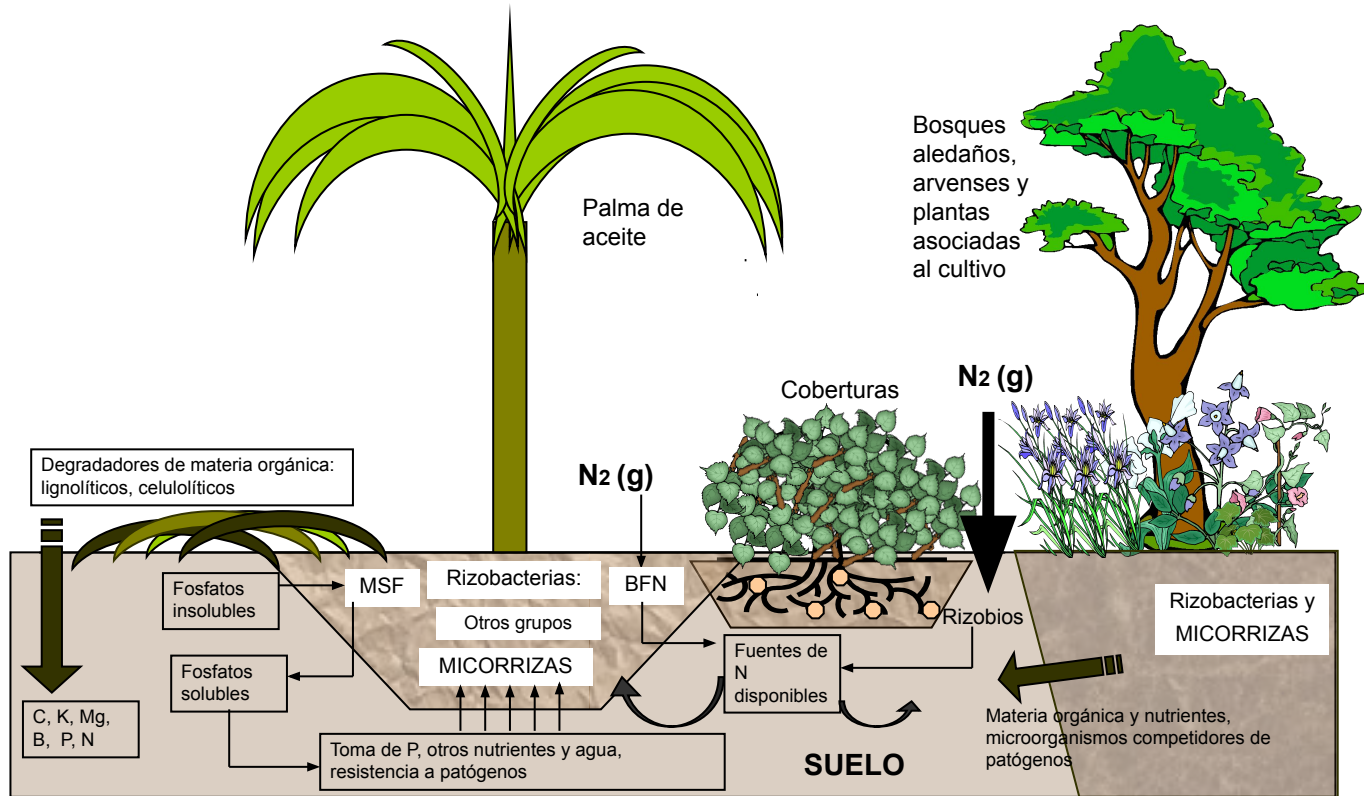
Densidad de raíces laterales (*LRBD*) es un caracter importante para asociaciones microbioanas en condiciones de severo estrés por bajo N y esto depende de la profundidad.

Ferruginibacter ($r_s=0.74$, $p<0.001$) y *Ralstonia* ($r_s=-0.74$, $p<0.001$) parecen responder a niveles contrastantes de *LRBD*.



4. Perspectivas de uso de microorganismos en palma de aceite

Perspectivas de investigación en palma de aceite hace 12 años



Galindo & Romero, 2010 Rev. Palmas

Nuevos temas y horizontes donde los microorganismos son importantes

Microbioma de palma de aceite y asociaciones con manejo agronómico y estado sanitario
Hojas, estípites y raíces

Reducción de emisión de gases efecto invernadero usando plantas que inhiben nitrificación

Circularidad: compostaje, aplicación de materia orgánica y circulación de residuos líquidos

Valor adaptativo de fenotipos radicales y variabilidad genética – palma joven inicialmente

Muestreo por tipo de raíz y en diferentes perfiles del suelo y correlación con gradientes horizontales y verticales

Bioindicadores de la calidad del suelo

Interacciones multitróficas con insectos y microorganismos del suelo

Interacciones Planta-planta
VOC

N₂ (g) (isótopos)

Interacciones Planta-planta
VOC

Rizobacterias y
MICORRIZAS

Interacciones Planta-planta
Exudados radicales

Materia orgánica y nutrientes, microorganismos competidores de patógenos

Fuentes de N disponibles

Rizobios

Galindo, Teheran & Arias, 2023 en preparación

Agradecimientos

- Nolver Arias
- Luis Guillermo Teherán
- Martin Hartmann
- Elena Giuliano
- Elena Kost
- Elias Barmettler
- Rafaela Conz Feola
- Brigitta Herzog
- Britta Jan-Humphrey
- Johan Six
- Jasper Wubs
- Elias Pahls
- Matti Barthel
- Consuelo de Moraes
- Hannier Pulido
- Jonathan Lynch

DUSYS



Project 839235,
ROOTPHENOBIOME
MSCA 2020-2022
European Commission

SARE Sustainable
Agroecosystems

FULBRIGHT
COLOMBIA



ETH zürich

SARE Sustainable
Agroecosystems



THE HOWARD G. BUFFETT
FOUNDATION